第9卷　第1期
2017年2月
土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture
Vol.9　No.1
Feb. 2017

乌鲁木齐国际公铁联运客运站及北广场出入口工程BIM技术应用

卢志宏　杜艳静　余　毅　杨家跃

（浙江亚厦幕墙有限公司，杭州　310008）

【摘　要】现代科技的进步以及市场竞争的日益激烈，促使业主、设计单位和施工单位发起了新一轮围绕着BIM和3D打印技术展开的现代建筑业技术变革，以达到降低成本、提高质量、缩短工期等一系列内在增效的目的。随着市政工程的规模、难度的加大，BIM应用在设计和施工中有了更大的施展舞台。乌鲁木齐国际公铁联运客运站项目工程的工期短、工序安排紧促、需预加工的构件种类多且精度要求高。本企业BIM团队从项目中标后就开始介入使用BIM技术，从设计、生产、施工全方位角度提供了一整套高效的工作管理模式。本文着重介绍项目前期启动时建立的技术措施、工作流程与协调机制，在项目各阶段实施过程中逐步实现应用目标、解决施工难点并提高施工精度的过程，以及最后提出对整个项目应用效果的总结分析和优化措施。

【关键词】BIM标准；高精度BIM模型；3D打印技术；协同项目管理
【中图分类号】TU17　【文献标识码】A　【文章编号】1674－7461(2017)01－0028－07
【DOI】10.16670/j.cnki.cn11－5823/tu.2017.01.05

1　工程概况

1.1　项目简介

乌鲁木齐国际公铁联运客运站项目作为一级客运站，集公路、铁路、地铁、城市公交、出租等多种交通方式为一体，是国家和自治区大型公铁联运综合客运枢纽，也是交通运输部综合客运枢纽补助支持项目。项目计划在2016年下半年投入使用，将对促进高铁片区开发，人民出行环境改善，乌市经济发展、高速铁路运输体系完善等方面具有重大意义。是新疆地区第一个综合应用BIM技术的大型交通枢纽工程。项目整体效果如图1所示。



图1　客运站

乌鲁木齐高铁北广场6－9号出入口“龙眼”幕墙及钢结构工程（简称“龙眼”），位于乌鲁木齐市经济开发区高铁片区高铁北广场的中心区域，是连接高铁站房及高铁北广场地下空间极其重要的出入口，是整个高铁北广场画龙点睛的地标，同时也是新疆第一个BIM与3D打印技术结合应用的项目。“龙眼”如图2所示。

【基金项目】　国家自然科学基金资助项目（编号:61170327）；国家科技重大专项支持资助项目（编号:2014ZX02502）
【作者简介】　卢志宏（1980－），男，学士学位，主要研究方向:BIM技术应用、BIM技术管理、BIM协作；
杜艳静（1981－），女，硕士学位，主要研究方向:BIM技术管理、BIM协作、BIM实施推动；
余　毅（1980－），男，学士学位，主要研究方向:BIM实施、BIM技术应用、BIM幕墙优化设计；
杨家跃（1986－），男，学士学位，主要研究方向:BIM实施、EPC工程应用。

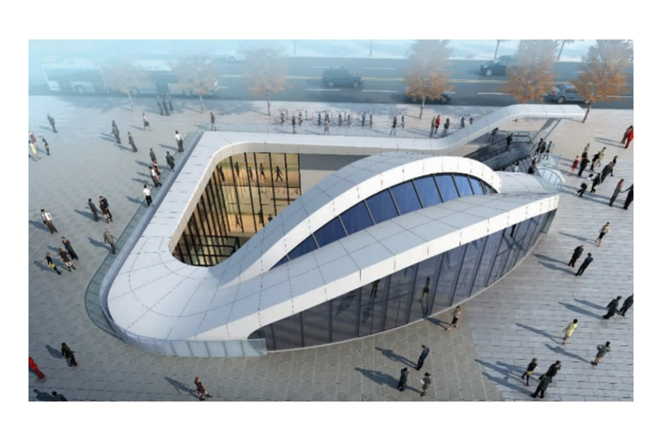


图 2　北广场出入口“龙眼”

1.2　工程特点和难点

该工程的内装与外装施工由浙江亚厦承担，其中外幕墙面积约为 $4\times10^4 m^2$，由于工期短，工序安排紧促，存在交叉施工，所需预加工的构件种类繁多，导致整体施工难度较大。

北广场出入口“龙眼”的建筑造型独特，主要屋面幕墙系统为曲面结构，且包含部分双曲面结构，复杂的屋面系统由钢结构作为支撑体系，辅以玻璃幕墙，对板块优化的深度与预制加工的精度要求极高。

2　BIM 组织与应用环境

2.1　BIM 应用目标

本项目 BIM 技术应用从项目中标后就开始介入，囊括了深化设计、加工、施工的全过程，利用参数化设计、3D 激光扫描、3D 打印等尖端前沿的技术，最终实现高质、高效、可控的应用目标[1]。

2.2　实施方案

BIM 团队针对乌鲁木齐客运站项目的特点与难点进行深度剖析，并整合项目实施过程中的 BIM 需求，明确了 BIM 应用点，制定详细的技术措施，定制一套本项目的工作流程与协调机制。在项目实施初期，完成图纸信息与现场数据收集，创建了高精度 BIM 模型，在实施过程中进行管线综合优化、精装深化设计、幕墙板块分割优化，然后对接加工与 3D 打印，并用以指导施工，检测施工质量，配合施工协调与管理。

2.3　团队组织

为了更好发挥 BIM 在项目中的作用，本项目配备专门的 BIM 团队，设置专门的 BIM 项目经理，直接隶属于项目总负责管辖，并在各专业下设专业负责人与 BIM 驻场协调员。

2.4　应用措施

本工程依托于本企业 BIM 标准，并根据项目具体情况分析，制定了详细的技术措施。采用 Rhino 作为幕墙板块优化软件，Catia 作为幕墙建模深化软件，Revit 作为内装与土建、机电等专业建模与优化软件，这几款软件配合使用，能够创建精准的携带参数信息的三维模型。另外采用 3D 激光扫描仪与全站仪采集现场数据与施工放线定位，RealWorks 作为点云数据处理的工具。所有数据通过 Navisworks 整合，并进行分析与模拟。Enovia 作为在工程设计、加工、施工的全过程中数据共享和传递的平台，为项目各参与方提供了协同工作基础[2]。

3　BIM 应用

3.1　BIM 建模

本项目较为复杂，设计人员的空间想象能力难以做出准确的设计优化。高精度的 BIM 模型提供了建筑物的实际存在的信息，包括空间信息、建造信息、规则信息，而且这些信息随着工程变化不断更新。本项目 BIM 模型根据亚厦企业建模标准，基于 Revit、Catia 两大平台进行建模，在项目各阶段创建全专业的 BIM 模型。本次 BIM 主要解决加工及施工的难点与问题，模型如图 3、4 所示。

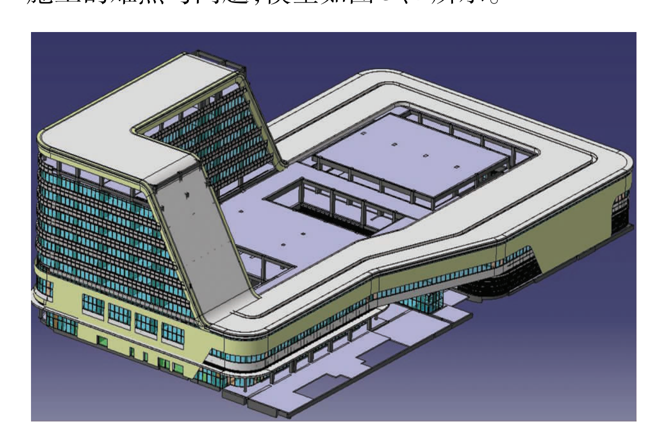


图 3　客运站内外装模型图

3.2　BIM 应用情况

3.2.1　总体 BIM 应用

（1）多专业综合检查

在各个不同的阶段创建建筑、结构、机电、幕墙、内装等全专业 BIM 模型，进行综合检测，全面检

查各专业与内外装之间的冲突，并且在施工前合理的解决，加快项目进度，提升项目质量。各专业发现的问题示例如图 7 所示。

（2）设计深化与优化

深化设计的过程中，BIM 专业人员与设计人员联合办公，所有部分出图前都创建了对应的 BIM 模型，利用模型辅助深化，做到先有模型再有正式图纸。对于复杂的幕墙构件、节点，通过创建 BIM 模型进行节点优化，降低构件的复杂程度，然后提取二维数据，只需在此基础上进行标注与细化即可出图，大大增强图纸表达的可靠性。节点模型如图 5、6 所示。

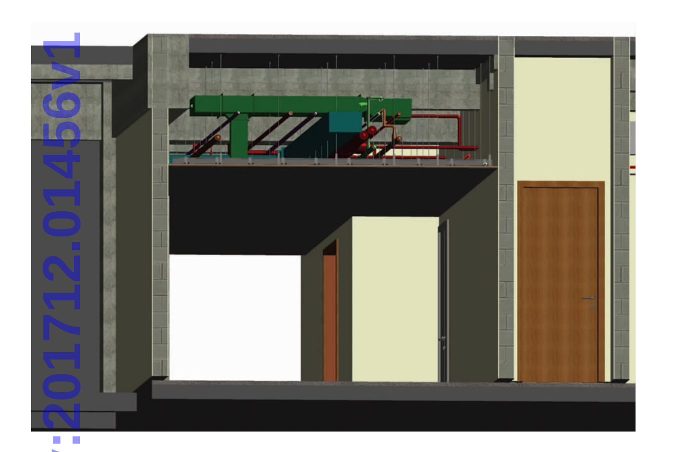


图 4　客运站内外装模型

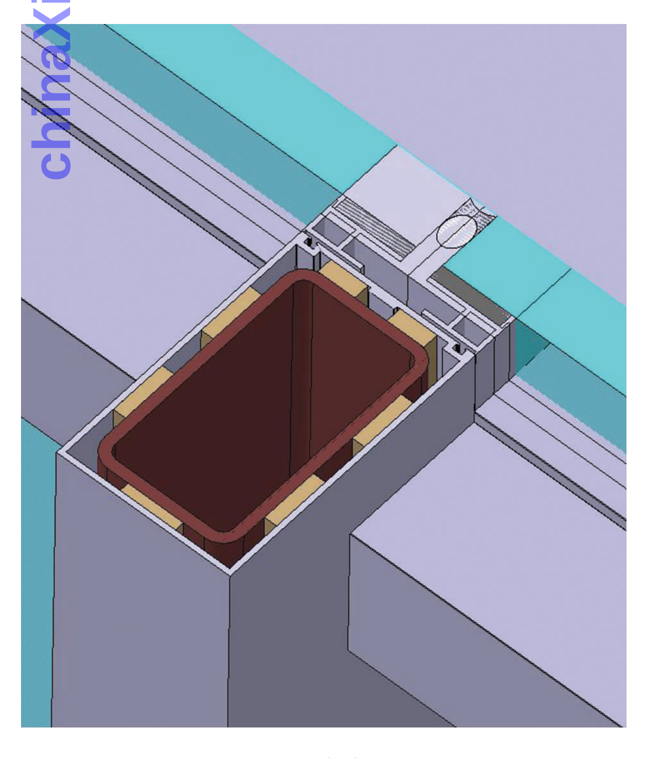


图 5　节点一

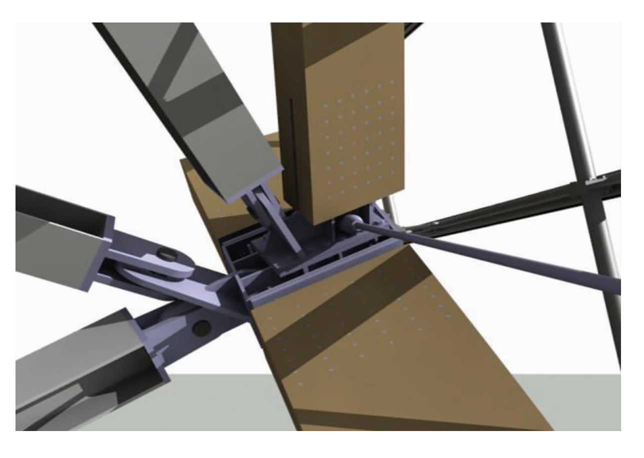


图 6　节点二

（3）施工辅助管理

本项目 BIM 在施工阶段全面运用于施工管理。在设计交底过程应用 BIM 模型辅助演示，便于施工人员更快速更清晰地理解设计理念与要求。在各类工程协调会中，通过 BIM 三维模型进行可视化辅助协调，将各类工程问题通过三维模型直观演示，提升信息传递效率与准确性，从而提升项目协调效率。在施工下料前运用高精度 BIM 模型导出材料清单，统计出各种材料构件的规格、数量、面积等参数，能够快速准确地估算出项目的成本。运用虚拟技术同现场结合，进行施工模拟，让项目经理更合理的控制进度，对现场人力、物力进行有效安排调整，使工序更加紧凑。在项目现场运用移动终端设备进行模型与现场施工情况比对，核查施工质量，指导现场难点施工[3]。

3.2.2　“龙眼”重难点 BIM 解决方案

（1）幕墙原方案分析

龙眼项目上，我方的 BIM 团队首先对图纸进行审核，根据设计院提供的建筑 CAD 图纸和方案模型复核设计信息，进行设计信息可施工性分析（图 7），最后得出结论：设计板块之间衔接不平滑（图 8），无法在此方案基础上进行设计深化与施工。

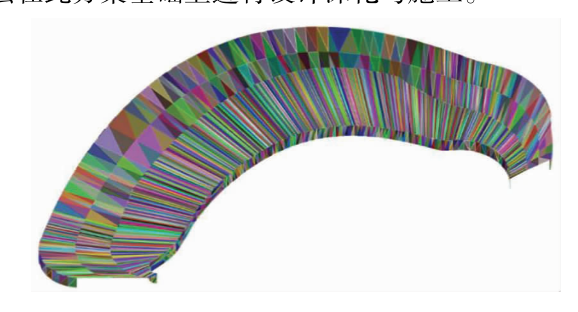


图 7　幕墙设计表皮破碎无分割

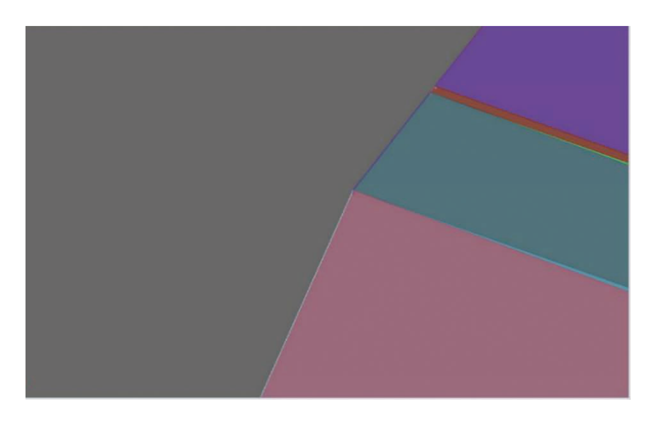


图 8　板块衔接不平滑

(2)参数化建模优化表皮

鉴于设计板块之间衔接不平滑的问题,我方 BIM 团队首先对幕墙表皮进行了三维优化,力求板块之间的衔接平滑过渡,最大程度地将设计线条反映在 BIM 模型中,为后续工作提供可行的信息依据。表皮优化流程如图 9 – 12。

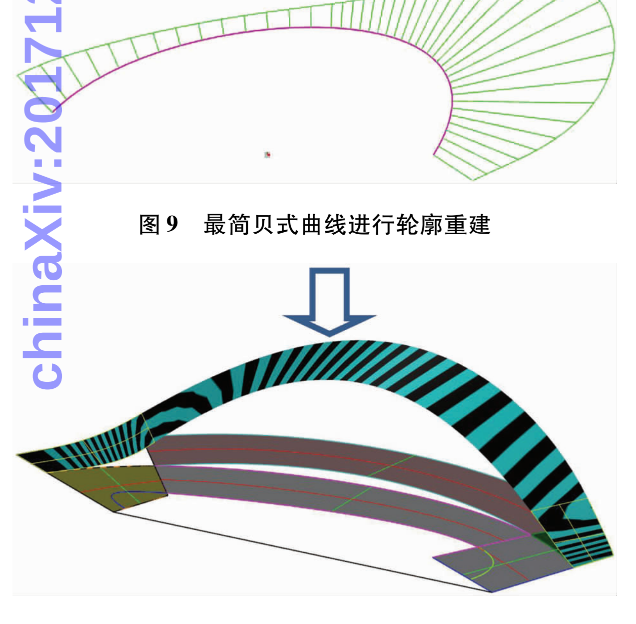


图 9　最简贝式曲线进行轮廓重建

图 10　斑马线连续相切趋势验证连续性

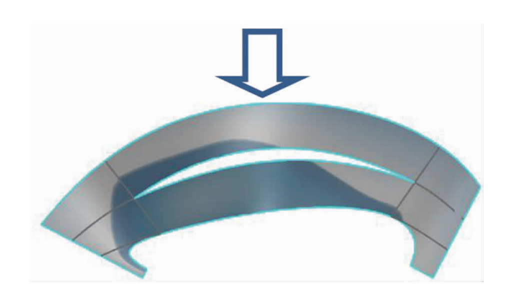


图 11　球形投影检测曲面质量和过渡外形

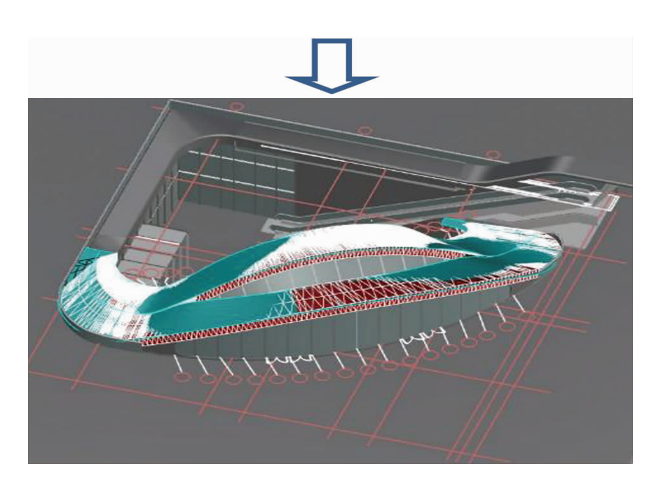


图 12　优化表皮(绿)与设计表皮(红)对比

(3)板块分割参数化优化

为保证幕墙整个流线型过渡的造型在后续施工中得到延续,根据 SRC 板块的可加工尺寸,对幕墙板块分割进行优化。首先对优化完成的幕墙表皮进行自我参照系的内部比对,完成三维曲面在不同参照系中的定位复杂度对比,然后以板块定位难度与投影面积大小为考量依据,实施三维形态的优化分析,最后根据投影面积最小及板块定位最易二者为权重值实施差异化批量优化,优化完成的板块四边没有明显曲线,减小了加工与施工难度[4]。幕墙表皮优化流程如图 13 – 16。

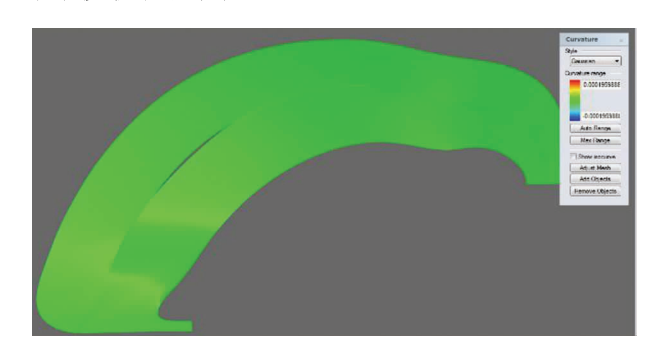


图 13　最终幕墙表皮

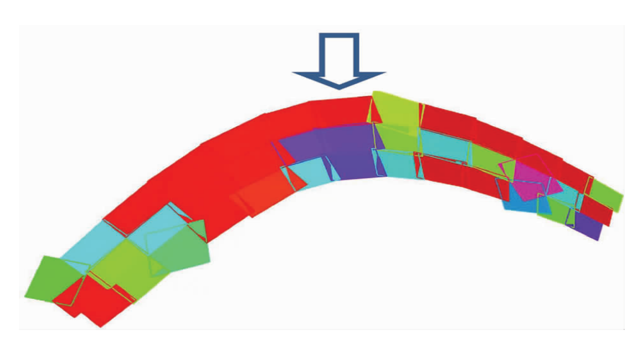


图 14　板块三维形体优化分析

土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

图 15　优化完成的所有板块单体

图 16　最终板块形状

（4）幕墙及钢结构深化

有了优化分割完毕的幕墙表面模型，就可以在此基础上进行幕墙钢结构支撑定位和幕墙深化设计。幕墙钢结构深化流程如图 17、18。

（5）幕墙及钢结构定位与放样

根据最终成型的幕墙设计模型，提取每一个钢构件空间定位信息与幕墙板块空间定位信息（空间三维坐标，如图 19、20）输入全站仪进行施工安装放样，确保幕墙板块的施工安装精度，提高施工质量。

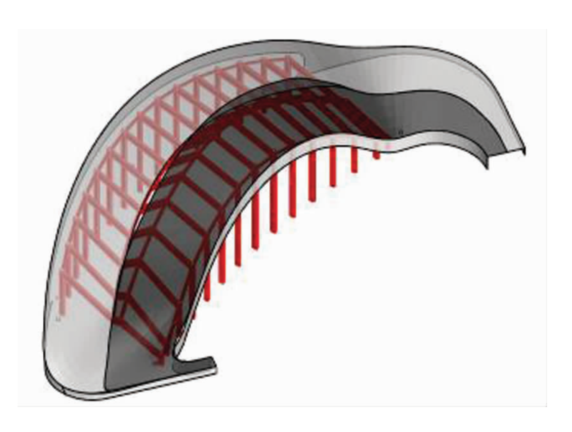


图 17　根据幕墙表皮优化钢结构

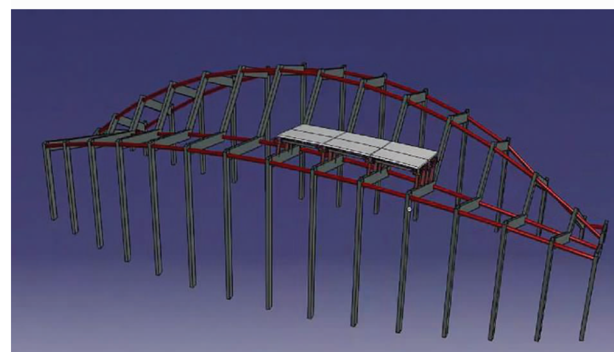




图 18　幕墙与钢结构搭接节点设计

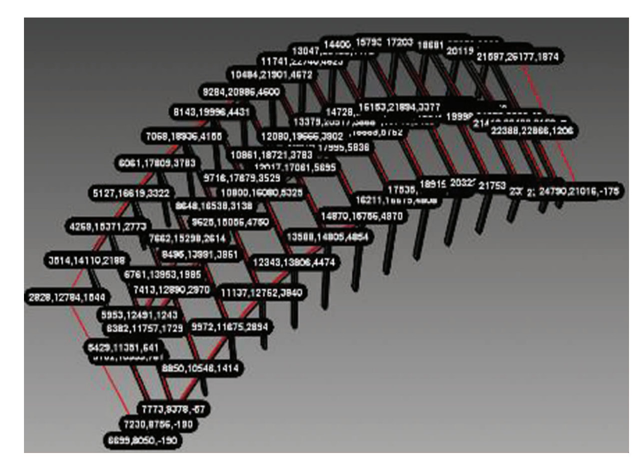


图 19　支撑钢结构定位信息提取

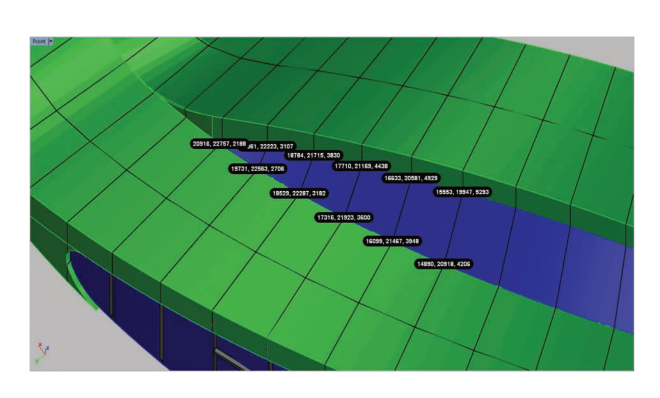


图 20　幕墙板块定位信息提取

（6）3D 扫描复核现状用 3D 激光扫描仪采集现场施工钢结构点云数据，整合外表皮设计模型，复核钢结构施工偏差对幕墙的影响，确保后续 SRC 及玻璃幕墙加工、施工的准确性。3D 扫描复核流程如图 21、22。

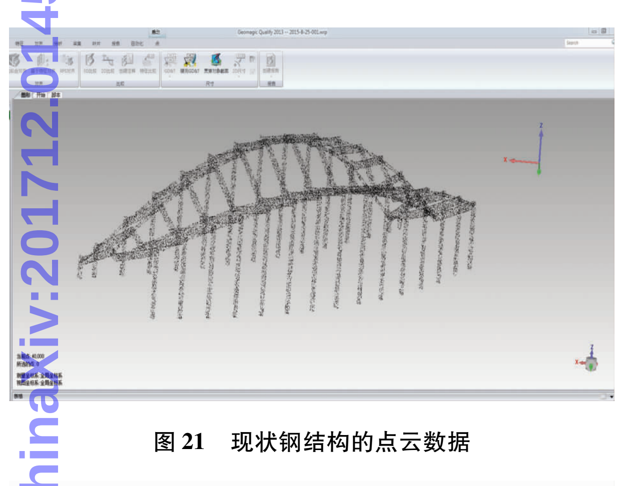


图 21　现状钢结构的点云数据

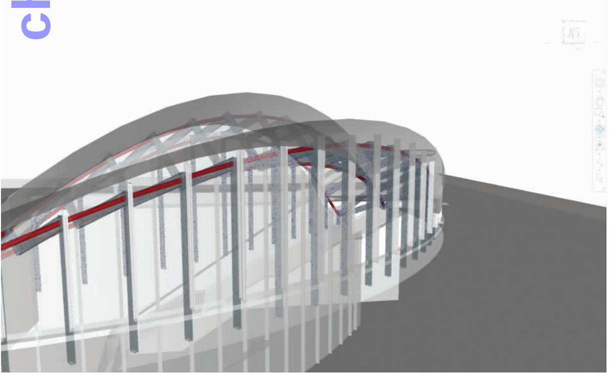


图 22　幕墙与现状钢结构整合分析

（7）3D 打印预制构件

由于"龙眼"项目屋面幕墙系统建筑造型的特殊性，BIM 技术分割出来的板块一致性较小。基于这种情况，选择一般的或者常规的铝板等材料，生产和加工非常困难，同时考虑到外露幕墙的强度和耐久性要求。最终在项目上选择使用了 3D 打印 SRC 材料（特殊玻璃纤维增强水泥）[5]。将 BIM 与 3D 打印技术结合，BIM 模型板块数据输入 3D 打印控制系统，利用 3D 打印设备直接生成 SRC 板块，提高生产速度和质量。BIM 与 3D 打印结合应用如图 23。

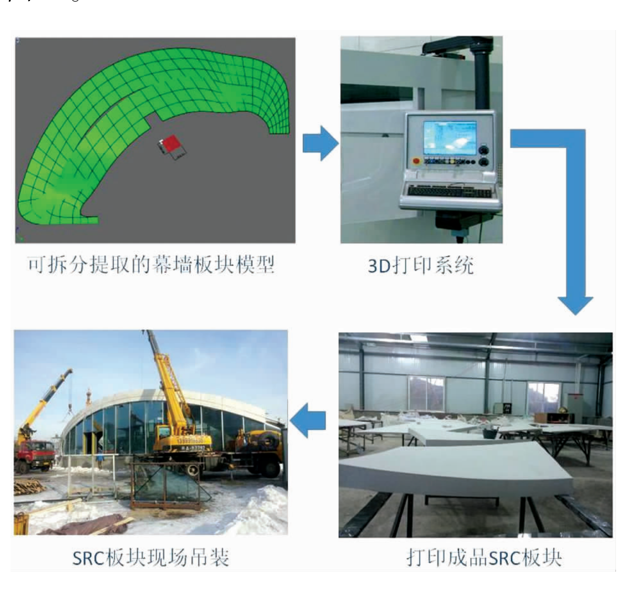


图 23　基于 BIM 与 3D 打印技术的建造流程

4　应用效果

此项目利用 BIM 技术贯穿设计、生产、施工全过程，使优化的设计信息最大程度辅助生产、施工；同时，配合使用 3D 打印技术，最大限度地保障“龙眼”的异形建筑效果，使整个建筑外观流畅、平滑，在施工精度和质量都得到保障的前提下，大大缩短项目工期，降低施工难度，从设计、生产、施工全方位角度提供了一整套高效的工作模式。

5　总结

5.1　创新点

在此项目中 BIM 技术、3D 激光扫描技术和 3D 打印技术的充分结合，实现深化设计、生产加工、施工安装、现场管控等全过程的信息传递和质量把控，使整个建筑屋面达到优美流畅的曲面效果，达到了绿色、节能、环保等要求。

5.2　经验教训

为保证施工项目的优质完成，精细到位的施工图与强有力的现场管控缺一不可。BIM 在这个项目

中对这二者提供了很大的帮助,主要有以下几个原因促成:

(1)业主的重视与企业的制度保障,明确 BIM 在项目中的定位,也赋予了相对应的权利与地位,使 BIM 的成果得到充分重视与有力的执行;

(2)合适的介入时机,本项目从设计深化阶段 BIM 就开始介入,而不是等施工碰到问题无法解决了才去用 BIM,所以在设计深化阶段解决了大量问题,从而保障了施工阶段的顺利进行;

(3)合理的流程,设计、加工、施工这几个阶段的衔接中,BIM 起到了纽带的作用,很好的串联起了整个流程,保证了各阶段数据传递的稳定顺畅。但是 BIM 在本工程还有很大潜力没有得到发挥,首先,设计深化人员与施工管理人员对 BIM 还不太了解,过度依赖 BIM 团队去发现问题解决问题,没有主观能动性,项目中的痛点还有所遗漏。另外现场一线人员,对 BIM 成果理解较为困难,导致在施工落实时又可能产生偏差,进一步削弱了 BIM 的作用。因此,要想更加充分地发挥 BIM 的作用,对企业整体从业人员的 BIM 素质与水平的培养至关重要。

参考文献

[1] 封天赐, 张高杰. BIM 和 3D 打印新技术对建筑行业未来的影响[J]. 中国科技纵横, 2015(18): 111-112.

[2] Bouňška R. Evaluation of Maturity of BIM Tools across Different Software Platforms[J]. Procedia Engineering, 2016(164): 481-486.

[3] 黄道军, 颜斌, 文江涛等. 腾讯北京总部大楼项目基于 BIM 的工程施工综合应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2016, 8(2): 16-22.

[4] 任璆, 戈宏飞. 三维建模 Rhinoceros 软件在幕墙设计中的应用[J]. 机电工程技术, 2010(07): 164-167.

[5] 王子明, 刘玮. 3D 打印技术及其在建筑领域的应用[J]. 混凝土世界, 2015(1): 50-57.

BIM Application in the Project of Urumchi International Highway-railway Combined Passenger Station and Its North Square Entrance

Lu Zhihong, Du Yanjing, Yu Yi, Yang Jiayue

(*Zhejiang Yasha Curtain Wall Co., Ltd., Hangzhou* 310008, *China*)

Abstract: Modern technologic progress and increasingly fierce market competition have stimulated the owner, designer and contractor to initiate a new technological revolution of BIM and 3D printing in the building industry. BIM application plays a more and more important role in the building's design and construction with the effects of cost reduction, quality improvement and construction period shortening, especially for the complex large-scale projects. There are some difficulties in conducting the project of Urumchi International Highway-railway Combined Passenger Station, such as the short construction period and the great variety of precision prefabricated components. Therefore, our BIM team started using BIM at the early design stage and then continued to the production and construction phases, achieving an efficient management working pattern. This paper firstly focuses on the technical measures, workflow and coordination mechanism established during the starting phase of the project. Following that, it introduces the means of realizing the targets, solving the problems and increasing the accuracy. Finally, the application effects of BIM are concluded and analyzed while some optimization measures are suggested in the future.

Key Words: BIM Standard; High-accuracy BIM Modeling; 3D Printing; Collaborative Project Management